

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU ⁽¹¹⁾ 2 601 791 ⁽¹³⁾ C1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
B03B 5/62 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 07.09.2018)
Пошлина: учтена за 4 год с 26.08.2018 по 25.08.2019

(21)(22) Заявка: 2015136075/03, 25.08.2015
(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.08.2015
Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 25.08.2015
(45) Опубликовано: 10.11.2016 Бюл. № 31
(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2147939 C1, 27.04.2000. SU
373029 A1, 12.03.1973. SU 521015 A2,
15.07.1976. RU 2432996 C1, 10.11.2011. RU
2281808 C1, 20.08.2006. RU 2165300 C1,
20.04.2001. GB 427909 A, 02.05.1935.

Адрес для переписки:
620137, г. Екатеринбург, ул. Мира, 4, кв. 6,
Байковской Елене Эмериковне

(72) Автор(ы):
Городнов Василий Иннокентьевич (RU),
Городнова Наталья Васильевна (RU),
Березин Андрей Эдуардович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Городнов Василий Иннокентьевич (RU),
Городнова Наталья Васильевна (RU),
Березин Андрей Эдуардович (RU)

(54) СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ПО ПЛОТНОСТИ ПОЛЕЗНОГО КОМПОНЕНТА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Заявляемая группа изобретений относится к области обогащения полезных ископаемых из рудных пульп и может быть использована при переработке минерального сырья, содержащего цветные, черные, редкие, благородные металлы, неметаллические полезные ископаемые, а также при очистке сточных вод от твердых частиц и нефтепродуктов. Способ обогащения минерального сырья по плотности полезного компонента включает прохождение гидросмеси через соединенную с напорным гидротранспортом гидравлическую трубу со скоростью, обеспечивающей режим устойчивого гидротранспортирования частиц твердой фазы, причем гидросмесь пропускают, по меньшей мере, по одному выполненному в трубе криволинейному участку с целью формирования устойчивого вторичного поперечного течения, образующего парный вихрь, который, накладываясь на поступательное течение гидросмеси, приводит к появлению двух винтовых потоков, изменяющих траекторию движения частиц твердой фазы в зависимости от их плотности. Радиус кривизны трубы и среднюю скорость прохождения гидросмеси задают в зависимости от плотности извлекаемого полезного компонента. Устройство для обогащения минерального сырья по плотности полезного компонента для осуществления способа включает соединенную с напорным гидротранспортом

гидродинамическую трубу для прохождения гидросмеси, сообщенную с приемником для отделенных частиц полезного компонента через щелевидное отверстие в ее стенке. Гидродинамическая труба выполнена, по меньшей мере, с одним криволинейным участком, радиус кривизны и скорость прохождения гидросмеси по которому заданы путем подбора в зависимости от плотности извлекаемого полезного компонента. Щелевидное отверстие выполнено на криволинейном участке. Приемник для отделенных частиц полезного компонента разделен на сообщающиеся между собой секции, каждая из которых снабжена запорными устройствами, а к одной из них подведены трубопроводы для подвода воды и отвода газа. Технический результат - повышение эффективности отделения частиц твердой фазы разных фракций от жидкости при непрерывной работе установки. 2 н. и 1 з.п. ф-лы, 4 ил.

Заявляемая группа изобретений относится к области обогащения полезных ископаемых из рудных пульп и может быть использована при переработке минерального сырья, содержащего цветные, черные, редкие, благородные металлы, неметаллические полезные ископаемые.

Из уровня техники известно, что ламинарное течение жидкости в круглой прямолинейной трубе можно представить в виде набора концентрических цилиндров, при этом скорость движения цилиндров возрастает от нуля у стенки трубы до максимума у ее оси, образуя параболический профиль скоростей (см., например, Грей Д.Р., Дарли С.Г. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей), пер. с англ., М., 1985).

При этом поток воздействует на находящиеся в пульпе частицы твердой фазы, причем механизм воздействия зависит от крупности и плотности самой частицы, а также от средней скорости потока ($V_{ср}$), превышающей критическую ($V_{кр}$). Возможны три основных вида движения твердых частиц в потоке: перекачивание или скольжение по нижней стенке трубопровода; скачкообразное перемещение вверх-вниз от нижней стенки трубопровода в поток и обратное падение на нижнюю стенку трубопровода (перемещение с периодическим взвешиванием); устойчивый перенос в потоке во взвешенном состоянии.

При протекании текучей среды по криволинейному участку трубы центробежные силы инерции частиц жидкости, движущихся по искривленным траекториям, вызывают перераспределение скоростей и давлений в сечениях потока, в частности скорость частиц жидкости убывает с увеличением радиуса кривизны по гиперболическому закону, при этом давление увеличивается. Давление у внешней стенки трубопровода (стенка с большим радиусом кривизны) возрастает $P_{внеш}-P>0$, у внутренней стенки (стенка с меньшим радиусом кривизны) давление уменьшается $P_{внутр}-P<0$. Такие физические процессы приводят к появлению в потоке вторичных течений.

Заявляемый способ обогащения минерального сырья по плотности частиц полезного компонента основан на использовании физических процессов, возникающих при протекании пульпы по криволинейному участку трубопровода и связанных с инерционными и центробежными силами, вызывающими перераспределение скоростей и давлений в сечениях потока пульпы. За счет инерционных и центробежных сил в потоке создается перепад давлений, вызывающий появление устойчивых вторичных поперечных течений, которые имеют характер вращательных движений, направленных в центральной части сечения от боковой внутренней стенки с меньшим радиусом криволинейного участка трубопровода к боковой внешней стенке с большим радиусом кривизны. Течение от боковой внешней стенки разделяется на два потока, каждый из которых, проходя вдоль нижней и верхней стенок, возвращается к боковой стенке внутреннего радиуса криволинейного участка трубопровода, образуя парный вихрь, который, накладываясь на поступательное течение пульпы, приводит к появлению двух винтовых потоков.

Возникшее устойчивое вторичное поперечное течение в виде парного вихря воздействует на частицы твердой фазы и изменяет траекторию их движения, причем различие в траекториях движения частиц определяется их плотностью: чем меньше плотность, тем выше на боковой стенке внутреннего радиуса криволинейного участка трубопровода располагается траектория. Благодаря этому настройка устройства на определенную плотность обогащаемого полезного компонента твердой фазы может быть осуществлена путем подбора радиуса кривизны криволинейного участка трубопровода и соответствующей средней скорости ($V_{ср}$) гидротранспортирования пульпы.

Транспортирующая способность гидросмеси связана с понятием критической скорости $V_{кр}$, которая является границей, разделяющей два режима: устойчивый и

неустойчивый. Устойчивый режим гидротранспортирования реализуется при условии $V_{ср} > V_{кр}$ и характеризуется достаточной взвешивающей способностью потока, обеспечивающей перемещение слоя частиц твердой фазы по нижней стенке трубопровода без заилиenia. Неустойчивый режим гидротранспортирования, возникающий при $V_{ср} < V_{кр}$, характеризуется уменьшением взвешивающей способности потока, при которой частицы твердой фазы, находящиеся в толще потока, стремятся опуститься на нижнюю стенку трубопровода, что приводит к возрастанию высоты неподвижного слоя на нижней стенке трубы и заилиению.

Для предотвращения заилиenia обогатительного устройства гидротранспортирование частиц твердой фазы должно производиться со средней скоростью, превышающей критическую $V_{ср} > V_{кр}$.

Из уровня техники известен способ обогащения тонкого класса минерального сырья, включающий прохождение пульпы в зоне турбулентного потока, причем после зоны основного турбулентного потока пульпа поступает в чередующиеся зоны ламинарного и турбулентного потоков. Устройство, используемое для осуществления данного способа, включает шлюз с уложенным по дну улавливающим покрытием, причем в конце шлюза установлена кассета, составленная из наклонных гладких параллельных пластин со сплошными перемышками (заявка №94035317 на изобретение «Способ обогащения тонких классов минерального сырья и устройство для его осуществления», дата подачи 22.09.1994 г., дата публикации заявки 27.07.1996 г.).

Недостатки известного решения обусловлены протеканием физических процессов осаждения, осуществляемых за счет сил гравитации и выступающих в противовес силам турбулентного взвешивания и Архимеда, при которых частицы твердой фазы, проходя через чередующиеся зоны турбулентного и ламинарного потоков, попадают на наклонные пластины и скатываются в кассету, из которой шлам периодически извлекается. Кроме того, ограничена область применения - только для тонкого класса минерального сырья.

Известно устройство отделения искомого продукта для сепараторов, содержащее устройство загрузки исходного сырья, наклонный лоток для подачи сырья в зону обнаружения искомого продукта, имеющий выпуклую криволинейную форму в виде параболы, средство обнаружения искомого продукта в потоке исходного сырья и связанное с ним устройство раздельного сбора искомого и хвостового продуктов, устройство автоматического управления (патент №2215586 на изобретение «Люминисцентный сепаратор для обогащения минерального сырья и устройство отделения искомого продукта для сепараторов (варианты)», дата подачи 24.07.2002 г., опубликовано 10.11.2003 г.).

Принцип действия данного устройства также основан на гравитационных процессах, действующих, в частности, за счет использования наклонного лотка. Существуют ограничения по области применения устройства - только при алмазодобыче.

Наиболее близким техническим решением к заявляемой группе изобретений является техническое решение по патенту №2147939 на изобретение «Способ отделения частиц от жидкости при помощи турбулентных вихрей и устройство для его осуществления», дата подачи 22.09.1998 г., опубликовано 27.04.2000 г. Способ отделения частиц от жидкости включает пропускание гидросмеси через гидродинамическую трубу со скоростью, необходимой для образования турбулентных вихрей, взаимодействующих с частицами, при этом стенки трубы имеют бугорки для генерирования стационарных турбулентных вихрей жидкости, а высоту бугорка выбирают такой, чтобы при данной средней скорости потока гидросмеси значение центробежной силы на поверхности вихря жидкости, определяемое его радиусом и скоростью вращения, было не больше величины веса отделяемой частицы в данной гидросмеси. Сепаратор для отделения от гидросмеси частиц примесей, применяемый для осуществления данного способа, содержит соединенную с нагнетателем гидросмеси подводящую трубу, сообщенную с приемником для отделенных частиц через щель в ее стенке, причем подводящая пульпу труба снабжена бугорками, расположенными в шахматном порядке.

Данное решение обладает рядом недостатков, в частности необходимостью специальной обработки внутренней поверхности трубопровода для создания бугорков, способствующих формированию турбулентно-вихревого потока. Кроме того, существует зависимость между высотой бугорка и видом отделяемой частицы, что ограничивает область применения данного решения. В процессе эксплуатации из-за абразивного износа высота бугорков уменьшается, что приводит к ухудшению качества работы сепаратора. Удаление полезного компонента происходит при

прекращении работы всей установки, что, в свою очередь, влияет на производительность и, как следствие, на экономическую эффективность.

Техническим результатом, на достижение которого направлена заявляемая группа изобретений, является повышение эффективности отделения частиц твердой фазы различных фракций при непрерывной работе универсальной мобильной установки упрощенной конструкции.

Заявленный технический результат достигается тем, что в способе обогащения минерального сырья по плотности полезного компонента, включающем прохождение гидросмеси через соединенную с напорным гидротранспортом гидравлическую трубу со скоростью, обеспечивающей режим устойчивого гидротранспортирования частиц твердой фазы, согласно изобретению гидросмесь пропускают, по меньшей мере, по одному выполненному в трубе криволинейному участку с целью формирования устойчивого вторичного поперечного течения, образующего парный вихрь, который, накладываясь на поступательное течение гидросмеси, приводит к появлению двух винтовых потоков, изменяющих траекторию движения частиц твердой фазы в зависимости от их плотности, при этом радиус кривизны трубы и среднюю скорость прохождения гидросмеси задают в зависимости от плотности извлекаемого полезного компонента.

В устройстве для обогащения минерального сырья по плотности полезного компонента для осуществления вышеуказанного способа, включающем соединенную с напорным гидротранспортом гидродинамическую трубу для прохождения гидросмеси, сообщенную с приемником для отделенных частиц полезного компонента через щелевидное отверстие в ее стенке, согласно изобретению гидродинамическая труба для прохождения гидросмеси выполнена, по меньшей мере, с одним криволинейным участком, радиус кривизны и скорость прохождения гидросмеси по которому заданы путем подбора в зависимости от плотности извлекаемого полезного компонента, при этом щелевидное отверстие выполнено на криволинейном участке, приемник для отделенных частиц полезного компонента разделен на сообщающиеся между собой секции, каждая из которых снабжена запорными устройствами, а к одной из них подведены трубопроводы для подвода воды и отвода газа.

Запорные устройства могут работать как в ручном режиме, так и автоматическом за счет подключения их к блоку автоматического управления (на чертеже не показан).

Заявляемая группа изобретений поясняется чертежами, где

фиг. 1 - схема образования парного вихря на поперечном разрезе криволинейного участка трубопровода;

фиг. 2 - вид спереди устройства для обогащения минерального сырья по плотности компонента;

фиг. 3 - вид сверху устройства для обогащения минерального сырья по плотности компонента;

фиг. 4 - вид сбоку устройства для обогащения минерального сырья по плотности компонента.

Осуществление изобретения подтверждается примерами конкретного выполнения.

Устройство для обогащения минерального сырья по плотности полезного компонента состоит из напорного гидротранспорта, в качестве которого используют нагнетатель гидросмеси (пульпы) 1, соединенного, с одной стороны, с подводящей пульпу трубой 2, с другой стороны - с гидродинамической трубой 3, служащей для прохождения пульпы и снабженной, по меньшей мере, одним криволинейным участком 4, в котором выполнено сквозное щелевидное отверстие 5. С внешней стороны отверстие 5 сообщено и герметично закрыто приемником для отделенных частиц полезного компонента 6 в виде приемной емкости, условно разделенной на три сообщающиеся между собой секции (части): верхнюю, среднюю и нижнюю. Верхняя часть выполнена в виде патрубка, закрывающего щелевидное отверстие и оснащенного запорным устройством 7. К средней части подведены трубопроводы, один из которых предназначен для подвода технической воды, второй - для отвода газа. Оба трубопровода снабжены соответствующими регулирующими запорными устройствами 8, 9. Нижняя часть приемной емкости в виде контейнера оснащена запорным устройством 10 и заполнена технической водой. На трубопроводе может быть выполнено несколько криволинейных участков с различными радиусами кривизны, каждый из которых рассчитан на извлечение полезных компонентов определенной плотности при соответствующей скорости прохождения гидросмеси.

Способ обогащения минерального сырья по плотности полезного компонента осуществляется следующим образом.

Гидросмесь по подводящей трубе 2 поступает в напорный гидротранспорт в виде нагнетателя 1, служащего для создания потока пульпы, при этом средняя скорость

потока больше критической для гидротранспорта. Из нагнетателя гидросмесь направляется в трубу 3, снабженную, по меньшей мере, одним криволинейным участком со сквозным щелевидным отверстием. При наличии в гидросмеси нескольких полезных компонентов с различной плотностью для их отделения на трубопроводе может быть выполнено несколько криволинейных участков. По мере прохождения по прямолинейному участку поток достигает криволинейного участка и входит в него. За счет заранее заданного путем подбора радиуса кривизны криволинейного участка и средней скорости прохождения гидросмеси в криволинейном участке формируется устойчивое вторичное поперечное движение в виде двух парных вихрей, которые накладываются на поступательное движение пульпы и приводят к появлению двух спиральных (винтовых) течений. Дополнительное воздействие вторичного течения в виде парных вихрей в криволинейном участке в совокупности с поступательным движением пульпы приводит к изменению траектории движения частиц и разделению твердой фазы в зависимости от плотности частиц полезного компонента. Частицы подвижного слоя перемещаются по боковой стенке внутреннего радиуса криволинейного участка трубы, при этом чем меньше плотность частиц, тем выше их траектория движения относительно дна по боковой стенке внутреннего радиуса трубопровода. В случае выполнения трубы с несколькими криволинейными участками каждый из них выполнен со щелевидным отверстием 5, через которое отделяемые от общего потока частицы полезного компонента определенной плотности проходят в приемник, выполненный в виде разделенной на секции герметичной емкости 6, установленной на этом участке и предварительно заполненной технической водой. Остальные частицы твердой фазы, имеющие отличную от полезного компонента плотность, двигаются по траекториям, исключающим их попадание в данное щелевое отверстие. Прохождение потока происходит при открытом запорном устройстве 7 и закрытых запорных устройствах 8, 9 и 10. Извлечение полезного компонента из приемной емкости производят при закрытом устройстве 7 и открытом устройстве 10, причем для осуществления этой стадии не требуется прекращения работы установки для освобождения приемной емкости от полезного компонента. Открытие/закрытие запорных устройств может быть осуществлено как в ручном режиме, так и автоматическом. В случае применения автоматического регулирования запорные устройства подключают к соответствующему блоку управления (на чертеже не показан).

После освобождения приемной емкости от содержимого закрывают запорное устройство 10, открывают вентили 8 и 9 с целью заполнения приемной емкости водой для последующего приема новой порции полезного компонента. После этого запорные устройства 8, 9 закрывают, а устройство 7 открывают. К чистоте технической воды, используемой для заполнения приемной емкости 6, жестких требований не предъявляется.

Для проведения монтажа/демонтажа заявляемого устройства не требуется больших временных и трудовых затрат. Устройство может быть легко перемещено с одного места эксплуатации на другое без привязки к рельефным условиям местности. Мобильность устройства расширяет возможности не только по месту его размещения, но и по объему извлекаемого полезного материала. Перечисленные преимущества повышают экономическую эффективность данного технического решения.

Формула изобретения

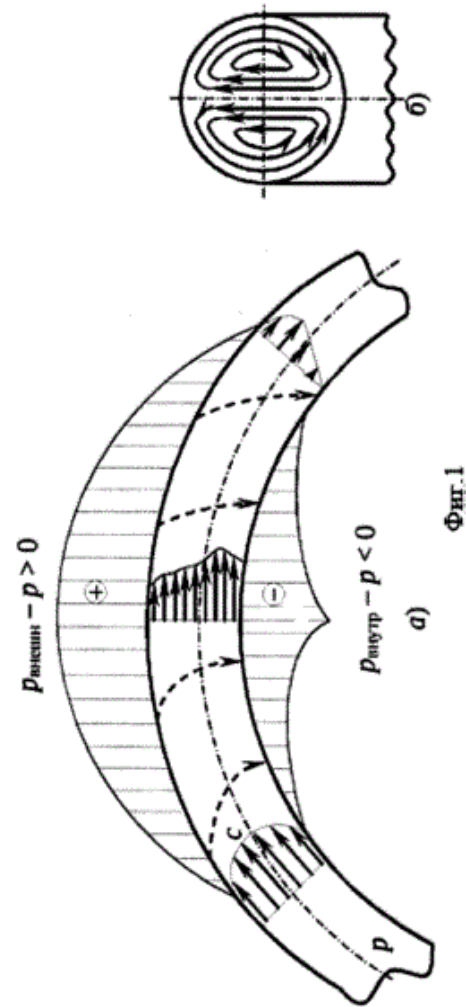
1. Способ обогащения минерального сырья по плотности полезного компонента, включающий прохождение гидросмеси через соединенную с напорным гидротранспортом гидравлическую трубу со скоростью, обеспечивающей режим устойчивого гидротранспортирования частиц твердой фазы, отличающийся тем, что гидросмесь пропускают, по меньшей мере, по одному выполненному в трубе криволинейному участку с целью формирования устойчивого вторичного поперечного течения, образующего парный вихрь, который, накладываясь на поступательное течение гидросмеси, приводит к появлению двух винтовых потоков, изменяющих траекторию движения частиц твердой фазы в зависимости от их плотности, при этом радиус кривизны трубы и среднюю скорость прохождения гидросмеси задают в зависимости от плотности извлекаемого полезного компонента.

2. Устройство для обогащения минерального сырья по плотности полезного компонента для осуществления вышеуказанного способа, включающее соединенную с напорным гидротранспортом гидродинамическую трубу для прохождения гидросмеси, сообщенную с приемником для отделенных частиц полезного компонента через щелевидное отверстие в ее стенке, отличающееся тем, что

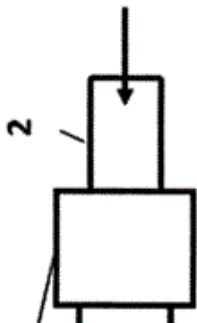
гидродинамическая труба выполнена, по меньшей мере, с одним криволинейным участком, радиус кривизны и скорость прохождения гидросмеси по которому заданы путем подбора в зависимости от плотности извлекаемого полезного компонента, при этом щелевидное отверстие выполнено на криволинейном участке, приемник для отделенных частиц полезного компонента разделен на сообщающиеся между собой секции, каждая из которых снабжена запорными устройствами, а к одной из них подведены трубопроводы для подвода воды и отвода газа.

3. Устройство по п. 2, отличающееся тем, что регулирующие запорные устройства выполнены с возможностью осуществления работы в ручном или автоматическом режимах.

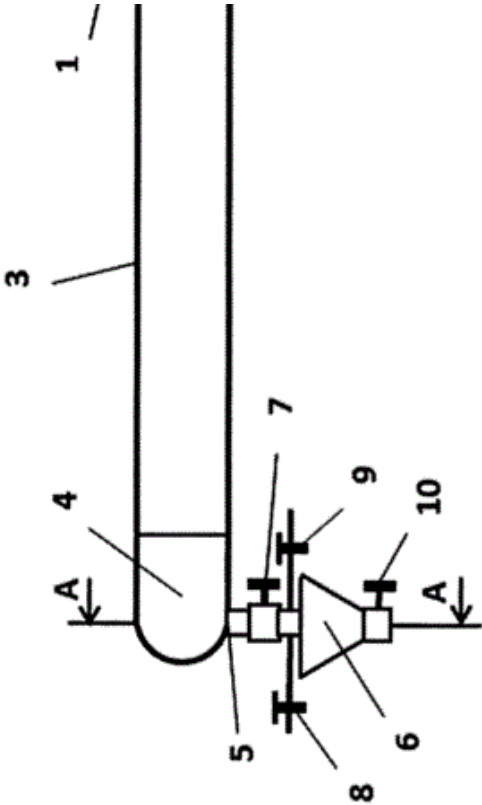
«Способ обогащения минерального сырья
по плотности полезного компонента
и устройство для его осуществления»



«Способ обогащения минерального сырья
по плотности полезного компонента и
устройство для его осуществления»

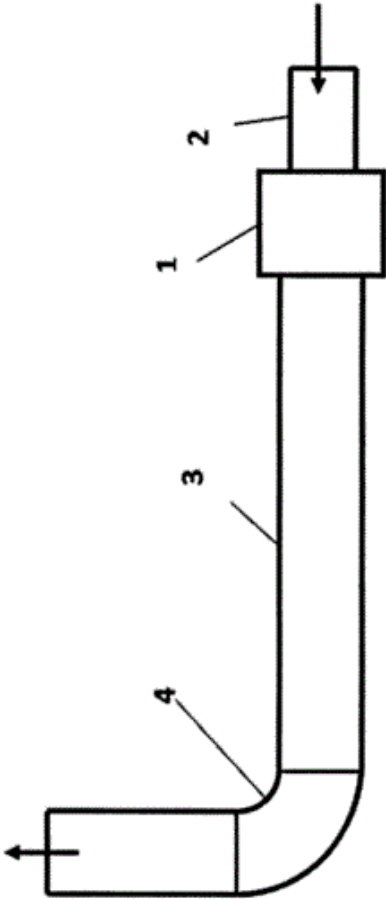


«С



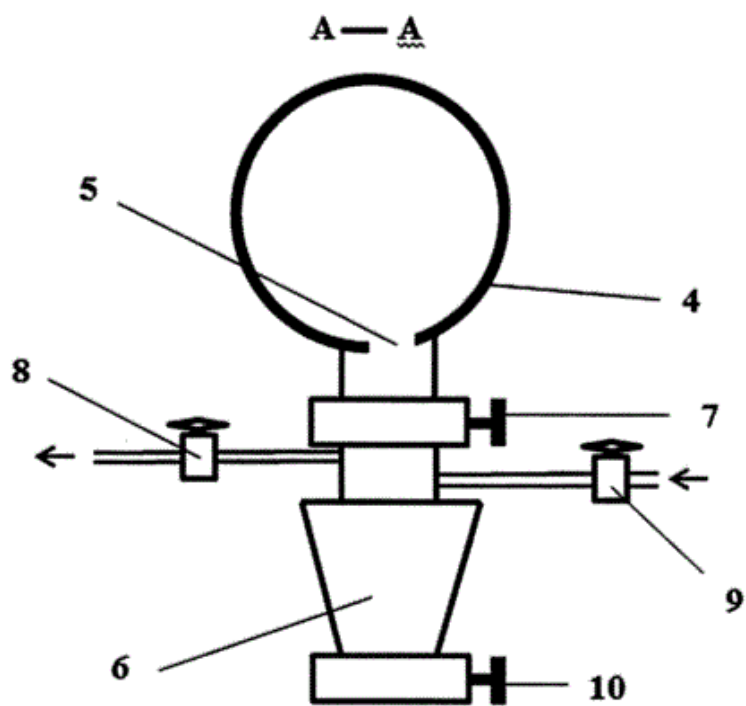
Фиг.2

«Способ обогащения минерального сырья
по плотности полезного компонента
и устройство для его осуществления»



Фиг. 3

«Способ обогащения минерального сырья
по плотности полезного компонента
и устройство для его осуществления»



Фиг. 4